

Pemanfaatan Biochar Asal Cangkang Kelapa Sawit untuk Meningkatkan Serapan Hara dan Sekuestrasi Karbon pada Media Tanah Lithic Hapludults di Pembibitan Kelapa Sawit

The Use of BioChar of Oil Palm Kernel Shell to Increase Nutrient Uptake and Carbon Sequestration of Oil Palm in Lithic Hapludult Media in the Nursery

Laksmita Prima Santi

Indonesian Research Institute for Biotechnology and Bioindustry PT. Riset Perkebunan Nusantara Jl. Taman Kencana No. 1, Indonesia.

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diterima: 23 Februari 2016
Direview: 26 November 2016
Disetujui: 23 Maret 2017

Katakunci:

Bibit kelapa sawit
Nutrisi
Biochar cangkang kelapa sawit
C-organik

Keywords:

Bibit kelapa sawit
Nutrisi
Biochar cangkang kelapa sawit
C-organik

Abstrak: Pemanfaatan biochar asal cangkang kelapa sawit sebagai pembenah tanah memiliki potensi yang baik dalam upaya pengembangan perkebunan kelapa sawit di lahan sub optimal secara berkelanjutan. Kegiatan penelitian ini dilaksanakan untuk mempelajari pengaruh tiga tingkat dosis biochar (50; 100; dan 150 gram) yang dikombinasikan dengan 75% dosis pupuk NPK-Mg per bibit terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit, serapan hara, dan sekuestrasi karbon pada tahap pembibitan utama. Kegiatan lapang dilaksanakan di PT Astra Agro Lestari Tbk, Kalimantan Tengah pada bulan Maret 2015 - April 2016. Penelitian disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK) dengan lima perlakuan dan dua puluh ulangan yaitu: (i) 100% dosis standar NPK-Mg per bibit (kontrol); (ii) 75% dosis standar NPK-Mg per bibit; (iii) 75% dosis standar NPK-Mg + 50 g biochar per bibit; (iv) 75% dosis standar NPK-Mg + 100 g biochar per bibit; dan (v) 75% dosis standar NPK-Mg + 150 g biochar per bibit. Pertumbuhan terbaik bibit kelapa sawit yang ditanam dalam media jenis tanah Lithic Hapludults diperoleh dari perlakuan 75% dosis pupuk NPK-Mg yang dikombinasikan dengan 150 gram biochar per bibit. Perlakuan ini berturut-turut meningkatkan tinggi (33,3%); jumlah daun (36,2%); diameter batang (28,9%); panjang dan lebar daun (22,6 dan 33,3%), bobot kering bibit kelapa sawit, khususnya bagian akar (65,2%), kapasitas tukar kation (17,2%), dan C-organik (26,9%). Hasil analisis terhadap perlakuan ini juga menunjukkan serapan hara N daun bibit kelapa sawit yang paling tinggi serta kadar hara P dan K yang tidak berbeda jika dibandingkan dengan perlakuan 100% dosis pupuk NPK-Mg. Atas dasar hasil tersebut maka 75% dosis pupuk NPK-Mg yang dikombinasikan dengan 150 gram biochar per bibit dapat direkomendasikan untuk digunakan pada bibit kelapa sawit.

Abstract. The potential of biochar derived from oil palm kernel shell to be used as a soil amendment seems promising for sustaining oil palm plantation in marginal land. This study was conducted to investigate the effects of three biochar dosages (50; 100; and 150 gram) in combination with 75% NPK-Mg dosages per seedling on the growth of oil palm seedling, nutrient uptake and carbon sequestration in the nursery stage. A field experiment was conducted at PT Astra Agro Lestari Tbk, Central Kalimantan in March 2015- April 2016. Experiment was arranged in a completely randomized block design (CRBD) with five treatments and twenty replications i.e: (i) 100% standard dosage NPK-Mg per seed (control); (ii) 75% standard dosage NPK-Mg per seed; (iii) 75% standard dosage NPK-Mg + 50 g biochar per seed; (iv) 75% standard dosage NPK-Mg + 100 g biochar per seed; and (v) 75% standard dosage NPK-Mg + 150 g biochar per seed. The best vegetative growth performance of oil palm seedlings in Lithic Hapludults soil was shown by the application of 75% standard dosage of NPK-Mg fertilizers in combination with 150 gram biochar per seed. This treatment increased height (33.9%); leaf number (36.2%); stem diameter (28.9%); length and width of the leaf (22.6 and 33.3%), dry weight of oil palm seedlings, especially roots (65.2%), CEC (17.2%), and organic C (26.9%). This treatment also showed the highest absorption of N in leaves of oil palm seedlings, but no differences were observed for P and K uptakes compared to the treatment of 100% dosage of NPK-Mg fertilizer. On the basis of these results, the 75% dosage of NPK-Mg combined with 150 g of biochar per seed can be recommended for use on oil palm seedlings.

Pendahuluan

Permasalahan yang memerlukan penanganan dalam perbaikan sifat fisik dan kimia tanah untuk budidaya kelapa sawit secara umum yang ditemui di Sumatera, sebagian Jawa, dan Kalimantan adalah agregat kurang

stabil, permeabilitas, bahan organik dan tingkat kebasahan rendah, serta pH tanah rata-rata 4,2-4,8. Kondisi ini mengakibatkan sebagian besar produktivitas tanaman tidak dapat dicapai secara optimal. Hasil penelitian Santi dan Goenadi (2010a; 2010b; dan 2012) menunjukkan aplikasi arang pirolisis (biochar) asal cangkang kelapa sawit yang

*Corresponding author: laksmita_69@yahoo.co.id

dilakukan pada tanaman jagung di Lampung dengan tanah Typic Kanhapludults beragregasi rendah berpengaruh positif terhadap pertumbuhan vegetatif (tinggi) tanaman jagung varietas Bisma mengalami kenaikan 6,5-13,4%. Pada perlakuan 100% dosis pupuk NPK tunggal yang dikombinasikan dengan 2,1 gram biochar per tanaman, produktivitas tanaman jagung mengalami peningkatan dalam jumlah tongkol, bobot kering tongkol dan pipilan jagung masing-masing sebesar 31,3%; 6,1% dan 15,7% dibandingkan perlakuan 100% dosis pupuk NPK tunggal. Pemanfaatan arang pirolisis sebagai bahan pembenah tanah juga dapat meningkatkan nilai indeks kemantapan agregat lahan uji. Hasil penelitian Nurida et al. 2013 juga mendukung penelitian tersebut yang menyatakan bahwa respon tanaman jagung terhadap perbedaan formula pembenah tanah biochar limbah pertanian nyata terlihat pada tanah mineral non masam dimana formula dengan proporsi kompos lebih besar (biochar lebih rendah) memberikan tanaman yang lebih tinggi.

Dalam upaya memperoleh justifikasi lebih lanjut mengenai potensi biochar sebagai bahan pembenah tanah, kegiatan penelitian yang disampaikan ini dilakukan pada tanah tekstur berpasir Lithic Hapludults. Permasalahan yang dijumpai pada tanah jenis ini dalam kapasitasnya sebagai media tumbuh bibit kelapa sawit adalah memiliki kadar C-organik, KTK, dan pH rendah, sehingga kapasitasnya dalam merentensi dan menyediakan unsur hara bagi tanaman juga rendah. Pada musim kemarau, kelembaban tanah tidak mencukupi kebutuhan air untuk tanaman kelapa sawit. Nilai kapasitas tukar kation yang rendah menjadi faktor penghambat dalam kemampuan mengikat hara terutama kation-kation basa sehingga pemupukan menjadi tidak efisien (Carvalho et al. 2014). Lithic Hapludult dicirikan oleh solum dangkal (< 50 cm), tekstur kasar, memiliki pH masam sampai sangat masam, kandungan N-total rendah sampai sangat rendah, ketersediaan P sangat rendah, kapasitas tukar kation (KTK) dan kejenuhan basa (KB) rendah sampai sangat rendah.

Pemanfaatan cangkang kelapa sawit yang diproses melalui pirolisis (biochar) dapat mengoptimalkan sumber daya alam di kebun kelapa sawit. Biochar yang dihasilkan dengan teknik pirolisis dapat melepaskan unsur hara yang terkandung di dalam bahan secara terkendali untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman (Prakongkep et al. 2013). Hasil karakterisasi biochar asal cangkang kelapa sawit dengan teknik Fourier-transformed infrared spectroscopy (FTIR) yang dilakukan oleh Santi dan Goenadi (2012) dinyatakan bahwa biochar ini memiliki pita-pita intensif pada rentang 3413- 3400 cm^{-1} yang mencirikan pita regangan O-H (hidroksil) dan N-H (amina). Pada wilayah 1170-950 cm^{-1} , biochar menunjukkan karakteristik penyerapan pada 1034 cm^{-1}

yang mencirikan vibrasi O-CH₃. Gugus – gugus fungsional tersebut, sebagaimana halnya dengan gugus fungsional bahan organik lainnya berperan dalam agregasi tanah. Potensi biochar sebagai pembenah tanah telah banyak dilaporkan dan umumnya untuk kegunaan peningkatan produksi pada tanaman semusim seperti padi, jagung, sorgum, gandum, dan tanaman buah-buahan lainnya (Nurida et al. 2013; Blackwell et al. 2010).

Namun demikian belum ada informasi mengenai penggunaan biochar untuk kelapa sawit di media tanah Lithic Hapludults. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi arang pirolisis (biochar) asal cangkang kelapa sawit untuk sekuestrasi hara dan karbon pada tanah Lithic Hapludults di pembibitan kelapa sawit.

Bahan dan Metode

Karakteristik biochar asal cangkang kelapa sawit

Arang pirolisis (biochar) yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini berasal dari cangkang kelapa sawit yang diproses melalui metode pembakaran lambat (karbonasi) pada temperatur 300 – 400°C selama lebih kurang 8 jam dengan kondisi tanpa oksigen (pirolisis) (Solichin, 2009). Untuk mengetahui potensi cangkang kelapa sawit yang diproses melalui teknik pirolisis sebagai pembenah tanah dilakukan analisis di Laboratorium Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia. Analisis meliputi: analisis kimia N (metode Kjeldahl), P dan K (ekstrak HCl 25%), C-organik metode Walkley-Black (Eneje et al. 2007), logam berat (As, Hg, Pb, Cd, Fe, Mn, dan Zn) menggunakan AAS (*Atomic absorption spectroscopy*), pH biochar dalam suspensi air 1:2,5 (w/v) - pH meter, serta analisis bakteri patogenik (*Escherichia coli* dan *Salmonella* sp) menggunakan metode *plate count* (Tabel 1).

Analisis tanah media pembibitan

Bahan tanah untuk media bibit kelapa sawit adalah jenis tanah tekstur berpasir Lithic Hapludults yang memiliki tingkat agregasi rendah yang diperoleh dari area perkebunan di PT Astra Agro Lestari, Tbk. Kalimantan Tengah yang terletak di 1°19' – 3°36' Lintang Selatan dan 110°25' – 112°50' Bujur Timur, Desa Pandu Senjaya, Kecamatan Pangkalan Lada, Kabupaten Kotawaringin Barat, dengan karakteristik fraksi pasir (46,2%), debu (29,4%), liat (24,4%), kapasitas tukar kation 4,8 $\text{cmol}_{(+)}\text{kg}^{-1}$, C-organik 1,9%, pH 4,3, dengan kadar N (0,15%); P₂O₅ (0,006%); K₂O (0,003%); Ca (0,07%); dan Mg (0,017%). Sementara itu panduan klasifikasi tanah ditetapkan berdasarkan Soil Taxonomy (Soil Survey Staff 2010).

Tabel 1. Karakterisasi kimia dan mikrobiologi biochar cangkang kelapa sawit

Table 1. Chemical and microbiological characterization of biochar derived from oil palm kernel shell

Jenis Analisis	Hasil	Standar IBI (International Biochar Initiative)	Jenis Analisis	Hasil	Standar IBI
C-organik (%)	30,38	> 20	Cd (ppm)	ttd	1,4-39
N (%)	0,96	Disesuaikan**	pH-H ₂ O	7,3	6-10
C/N	31,6	-	Fe total	2000 ppm	-
P (%)	0,09	disesuaikan	Fe tersedia (ppm)	39,3	-
K (%)	0,08	disesuaikan	Mn (ppm)	51,1	-
As (ppm)	0,23	12-100	Zn (ppm)	29,7	200-7000
Hg (ppm)	ttd*	1-17	<i>Escherichia coli</i>	<3 MNP/g	<3 MNP/g
Pb (ppm)	8,73	70-500	<i>Salmonella</i> sp.	Negatif	Negatif

* ttd = tidak terdeteksi

** tergantung pada jenis bahan baku yang diproses

Aplikasi biochar pada bibit kelapa sawit dalam media tanah Lithic Hapludults

Aplikasi biochar pada media tanah Lithic Hapludults dengan menggunakan bibit kelapa sawit sebagai indikator keefektifan biochar dilaksanakan di *main nursery* (lapang) kebun PT Astra Agro Lestari, Tbk Kalimantan Tengah. Pengambilan bahan tanah dilakukan pada kedalaman 0-30 cm. Bahan tanah selanjutnya diayak dengan menggunakan ayakan 5 mm dan diaduk hingga homogen. Kecambah kelapa sawit jenis DxP diperoleh dari Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS), Medan, Sumatera Utara. Kecambah kelapa sawit terlebih dahulu ditumbuhkan dalam bak-bak persemaian ukuran 39 x 31 x 11 cm (50 benih per bak). Setelah disemaikan selama dua bulan, bibit kelapa sawit dipilih untuk memperoleh bahan tanaman yang seragam. Bibit kelapa sawit selanjutnya ditanam dalam polibag berisi 20 kg tanah. Pupuk an-organik yang diberikan untuk perlakuan biochar dan kontrol adalah NPK-Mg

15.15.6.4.TE dan 12-12-17-2.TE (*trace element*) dengan dosis 75-100% dari dosis anjuran untuk bibit umur 5-24 minggu dengan takaran sesuai yang disajikan pada Tabel 2, berdasarkan bobot kering tanah pada kondisi lapang. Untuk pemeliharaan bibit kelapa sawit dilakukan penyiraman setiap hari sesuai kadar air kapasitas lapang. Perlakuan terdiri dari

1. 100% dosis standar pupuk NPK-Mg majemuk per bibit (kontrol)
2. 75% dosis standar pupuk NPK-Mg majemuk per bibit
3. 75% dosis standar NPK-Mg majemuk + 50 g biochar per bibit
4. 75% dosis standar NPK-Mg majemuk + 100 g biochar per bibit
5. 75% dosis standar NPK-Mg majemuk + 150 g biochar per bibit.

Penelitian disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK) dengan lima perlakuan dan dua puluh ulangan.

Tabel 2. Dosis penuh pupuk NPKMg-TE untuk bibit kelapa sawit.

Table 2. NPKMg-TE fertilizer full dosage for oil palm seedlings.

Minggu setelah tanam	Cara aplikasi	Dosis (g) per polibag	Komposisi pupuk
5	Siram (<i>spray</i>) ¹⁾	0,5	NPK 15.15.6.4.TE ²⁾ (150 ml/bibit)
6	Siram (<i>spray</i>)	1	NPK 15.15.6.4.TE (150 ml/bibit)
7	Siram (<i>spray</i>)	1,5	NPK 15.15.6.4.TE (150 ml/bibit)
8	Siram (<i>spray</i>)	1,5	NPK 15.15.6.4.TE (150 ml/bibit)
9	Tabur (<i>spread</i>)	3	NPK 15.15.6.4.TE
11	Tabur (<i>spread</i>)	3	NPK 15.15.6.4.TE
13	Tabur (<i>spread</i>)	4	NPK 15.15.6.4.TE
15	Tabur (<i>spread</i>)	4	NPK 15.15.6.4.TE
17	Tabur (<i>spread</i>)	5	NPK 12.12.17.2.TE
19	Tabur (<i>spread</i>)	5	NPK 12.12.17.2.TE
21	Tabur (<i>spread</i>)	7,5	NPK 12.12.17.2.TE
23	Tabur (<i>spread</i>)	7,5	NPK 12.12.17.2.TE
25	Tabur (<i>spread</i>)	7,5	NPK 12.12.17.2.TE + Kieserite 10 g

¹⁾ Metode siram dan tebar = dilakukan dengan cara disiram atau ditebar di sekitar perakaran bibit kelapa sawit dengan jarak kurang lebih 7-10 cm dari bibit.

²⁾ TE = *trace element* [Boron (B) dan Copper (Cu), 2 ppm]

Data yang diperoleh diolah dengan analisis ragam dan apabila ada beda nyata dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5% (Steel dan Torrie 1980). Adapun peubah yang diamati untuk mengetahui efektivitas perlakuan biochar meliputi : (i) kadar hara tanah (N, P_2O_5 , K_2O , KTK, dan C-organik), (ii) serapan hara daun N (metode Kjeldahl, menggunakan H_2SO_4 pekat dan Selenium mixture), P dan K (ekstraksi menggunakan HNO_3 pekat dan $HClO_4$ pekat), (iii) tinggi bibit, (iv) jumlah daun, (v) diameter batang, dan (vi) panjang dan lebar daun ke-3. Analisis hara tanah dan daun mengacu pada metode yang dikemukakan Balai Penelitian Tanah (2009). Kadar hara tanah ditetapkan sebelum dan setelah perlakuan, sedangkan peubah lainnya ditetapkan setelah kegiatan penelitian berakhir yaitu pada saat bibit berumur enam bulan di pembibitan utama. Pada akhir pengamatan ini, masing-masing sebanyak lima ulangan dengan pertumbuhan bibit seragam dari lima perlakuan yang diuji tetap diteruskan pengamatannya hingga dua belas bulan setelah aplikasi, khusus untuk melihat korelasi antara waktu inkubasi biochar di dalam tanah terhadap sekuestrasi karbon dan kapasitas tukar kation.

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik biochar asal cangkang kelapa sawit

Dalam penelitian ini, biochar asal cangkang kelapa sawit memiliki kadar C-organik 30,4%, dengan pH 7,3 dan kadar logam berat yang dikategorikan rendah, di bawah ambang baku mutu standardisasi biochar yang ditetapkan oleh *International Biochar Initiative* (IBI) (Tabel 1).

Karakteristik bahan tanah

Bahan tanah Lithic Hapludults yang digunakan sebagai media tanam bibit kelapa sawit dalam kegiatan penelitian ini mengandung fraksi pasir 46,2%. Berdasarkan kecukupan hara tanah untuk bibit kelapa sawit yang disampaikan oleh Fairhurst dan Hardter (2003), bahan tanah ini memiliki pH sedang, KTK sangat rendah, kadar hara N rendah, P dan K sangat rendah, serta C-organik sedang. Untuk mengoptimalkan pertumbuhan bibit kelapa sawit di dalam media tanah jenis ini diperlukan pembenahan tanah yang dapat berfungsi dalam meretensi hara, air, dan karbon organik tanah sehingga mengoptimalkan penyediaan unsur hara bagi bibit tersebut. Penambahan unsur hara dilakukan dengan berpedoman pada hasil analisis tanah media. Unsur hara mikro, utamanya B dan Cu diperlukan untuk bibit kelapa sawit yang ditanam pada tanah tekstur berpasir.

Aplikasi biochar pada bibit kelapa sawit dalam media tanah Lithic Hapludults

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari kegiatan penelitian ini, penggunaan 150 gram biochar per bibit yang dikombinasikan dengan 75% dosis pupuk NPK-Mg menghasilkan pertumbuhan vegetatif (tinggi, jumlah daun, diameter batang, panjang dan lebar daun ke-3) bibit kelapa sawit yang lebih baik serta berbeda nyata apabila dibandingkan dengan perlakuan 75 dan 100% dosis pupuk NPK-Mg (kontrol). Persentase peningkatan pertumbuhan vegetatif terhadap perlakuan 100% dosis NPK-Mg (kontrol) masing-masing 33,9 (tinggi); 36,2 (jumlah daun); 28,9 (diameter batang); 22,6 (panjang daun ketiga); dan 33,3% (lebar daun ketiga) (Tabel 3). Pemberian 100-150g biochar + 75% dosis NPK-Mg menghasilkan bobot kering daun, pelepah, batang, dan akar bibit kelapa sawit yang berbeda nyata terhadap perlakuan kontrol. Peningkatan untuk bobot kering (%) mencapai 53,5 - 55,4 (daun); 53,3 - 57,4 (pelepah); 53,5-54,9 (batang); dan 61,9 - 65,2 (akar) (Tabel 4). Persentase peningkatan bobot kering akar dengan pemberian biochar rata-rata di atas 60%. Dalam hal ini biochar dapat menginduksi perkembangan akar bibit kelapa sawit yang ditanam pada media tanah jenis Lithic Hapludults yang didominasi fraksi pasir. Fungsi biochar untuk menginduksi pertumbuhan akar tanaman dilaporkan oleh Lehmann *et al.*, (2011); Prendergast-Miller *et al.*, (2011); dan Brennan *et al.*, (2014). Dalam kegiatan penelitian tersebut dilaporkan bahwa perkembangan akar yang lebih baik dapat terjadi karena terdapat interaksi antara rambut-rambut akar tanaman dengan struktur pori mikro biochar. Biochar juga memiliki kemampuan dalam meretensi hara dan air. Hasil penelitian tersebut mendukung penelitian yang dilakukan oleh Santi dan Goenadi (2010b) yang menunjukkan bahwa kapasitas menahan air pada biochar lebih tinggi apabila dibandingkan dengan bahan organik lainnya seperti kompos dan gambut dengan nilai masing-masing 25,30% (Biochar); 9,7% (kompos); dan 10,10% (gambut). Ketersediaan hara karbon (C) yang cukup tinggi di dalam media Lithic Hapludults dengan penambahan biochar dapat memperbaiki agregat bahan tanah dan mengurangi pencucian hara yang ditambahkan ke dalam media tanam ini sehingga dapat dimanfaatkan oleh perakaran bibit kelapa sawit secara optimal.

Hasil yang cukup menarik dari kegiatan penelitian ini bahwa pemberian pupuk NPK-Mg 75% dari dosis standar menghasilkan pertumbuhan bibit yang lebih baik jika dibandingkan dengan dosis 100% pupuk NPK-Mg. Dalam hal ini, rekomendasi dosis pupuk dapat ditinjau kembali tidak hanya atas dasar jumlah hara yang tersedia dalam bahan tanah, namun juga memperhatikan sifat fisik tanah lainnya seperti tekstur dan porositasnya.

Tabel 3. Pertumbuhan bibit kelapa sawit umur enam bulan di pembibitan utama.

Table 3. The growth of oil palm seedlings at six months old in the main nursery.

Perlakuan	Peubah				
	Tinggi cm	Jumlah daun	Diameter batang	Panjang daun ke-3 cm	Lebar daun ke-3
100% dosis NPK-Mg	67,2 c ^{*)}	11,3 c	4,9 c	23,6 c	1,6 c
75% dosis NPK-Mg	86,7 b	14,0 bc	5,7 b	26,5 b	1,9 b
75%NPK-Mg+50g biochar/bibit	95,3 ab	15,6 ab	6,4 a	27,6 b	2,2 b
75%NPK-Mg+100g biochar/bibit	98,7 ab	16,3 ab	6,6 a	27,8 b	1,9 b
75%NPK-Mg+150g biochar/bibit	101,8 a	17,7 a	6,9 a	30,5 a	2,4 a
Koefisien keragaman (%)	7,6	11,4	8,5	4,0	9,3

^{*)} Angka dalam kolom yang sama yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak ganda Duncan ($P < 0,05$).

Tabel 4. Bobot kering bibit kelapa sawit umur enam bulan di pembibitan utama

Table 4. Dry weight of oil palm seedlings at six-months old in the main nursery

Perlakuan	Bobot kering (g) per bibit			
	Daun	Pelepah	Batang	Akar
100% dosis NPK-Mg	42,7 c ^{*)}	32,8 c	32,3 c	12,9 e
75% dosis NPK-Mg	71,7 b	65,1 b	47,4 b	20,0 d
75%NPK-Mg+50g biochar/bibit	72,6 b	64,8 b	51,3 b	25,7 c
75%NPK-Mg+100g biochar/bibit	91,9 a	77,0 a	69,4 a	33,9 b
75%NPK-Mg+150g biochar/bibit	95,8 a	70,2 ab	71,7 a	37,1 a
Koefisien keragaman (%)	4,5	6,4	7,2	0,4

^{*)} Angka dalam kolom yang sama yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak ganda Duncan ($P < 0,05$).

Pemberian biochar yang dikombinasikan dengan pupuk NPK-Mg setelah enam bulan aplikasi dapat meningkatkan pH tanah media dari 4,3 menjadi 5,8-6,0 atau setara 25,9 – 28,3% (Tabel 5). Peningkatan pH tanah media akan mengoptimalkan ketersediaan nutrisi bagi bibit kelapa sawit. pH tanah optimal untuk pertumbuhan tanaman rata-rata berkisar antara 6,0-6,5. Pemberian 150 gram biochar per bibit yang dikombinasikan dengan 75% dosis pupuk NPK-Mg pada pengukuran enam bulan setelah aplikasi dapat meningkatkan ketersediaan hara N dan P di dalam tanah. Sementara itu untuk unsur hara K, ketersediaannya tidak berbeda jika dibandingkan dengan kontrol. Sifat kimia tanah lainnya yang meningkat dengan aplikasi 150 gram biochar per bibit adalah KTK dan kadar C-organik tanah, dengan nilai masing-masing peningkatan sebesar 15,5 dan 26,9% jika dibandingkan perlakuan kontrol.

Pemberian biochar dengan dosis 50-150 gram biochar per bibit yang dikombinasikan dengan 75% dosis pupuk NPK-Mg memberikan kadar hara N yang sedikit lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol (Tabel 6). Sementara itu dosis pemberian 150 gram biochar per bibit yang dikombinasikan dengan 75% dosis pupuk NPK-Mg kadar hara P dan K tidak berbeda apabila dibandingkan dengan 100% dosis pupuk NPK-Mg. Atas

dasar analisis hara tersebut maka penggunaan 150 gram biochar pada bibit kelapa sawit dapat mengurangi dosis pupuk majemuk NPK-Mg sebesar 25% dari dosis anjuran.

Hasil analisis kadar C-organik dan kapasitas tukar kation terhadap media tanah Lithic Hapludults 12 bulan setelah diaplikasi biochar menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis biochar yang diberikan ke dalam media tanam, maka kadar C-organik yang terdapat di dalam media tanam juga semakin meningkat, demikian halnya dengan kapasitas tukar kation (Gambar 1). Hasil ini mendukung penelitian yang dilakukan oleh Steiner (2007). Peningkatan nilai kapasitas tukar kation (KTK) dapat mempertahankan ion bermuatan positif seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan K^{+} melalui gaya elektrostatis. Tanah yang memiliki KTK tinggi lebih dapat mempertahankan ion-ion bermuatan positif tersebut di atas. Yamato *et al.* (2006) melaporkan bahwa aplikasi biochar ke dalam tanah selain dapat meningkatkan pH, KTK, kadar N total dan P_2O_5 tersedia serta tingkat kebasahan, biochar juga dapat menurunkan kandungan Al^{3+} yang dapat dipertukarkan. Penambahan biochar diharapkan dapat meningkatkan kadar bahan organik di dalam tanah dan dapat bertahan dalam periode yang cukup lama. Dampak yang diharapkan adalah KTK di dalam tanah juga dapat dipertahankan tetap tinggi.

Tabel 5. pH, C-organik, dan kadar hara tanah media bibit kelapa sawit, enam bulan setelah aplikasi dengan biochar.

Table 5. pH, organic C, and soil nutrient levels of oil palm seedlings media at six months after biochar application.

Perlakuan	Peubah							
	pH	N	P ₂ O ₅	P ₂ O ₅ -Bray	K ₂ O	K ₂ O Bray	KTK	C-organik
		%	ppm				cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹	%
100% dosis NPK-Mg	6,0	0,16 b ^{*)}	900 a	120,8 a	1010,8 a	1115,4 a	4,9 bc	1,9 c
75% dosis NPK-Mg	5,8	0,15 c	600 b	80,6 c	694,8 c	725,7 b	4,6 c	1,9 c
75%NPK-Mg+50g biochar/bibit	5,9	0,14 c	700 b	100,9 b	849,9 b	773,7 b	4,7 c	2,1 b
75%NPK-Mg+100g biochar/bibit	6,0	0,17 a	400 d	102,5 b	830,9 b	746,7 b	5,2 b	2,5 a
75%NPK-Mg+150g biochar/bibit	6,0	0,17 a	500 c	123,4 a	970,5 a	899,1 ab	5,8 a	2,6 a
Koefisien keragaman (%)		2,4	2,9	3,8	1,9	9,9	2,6	3,1

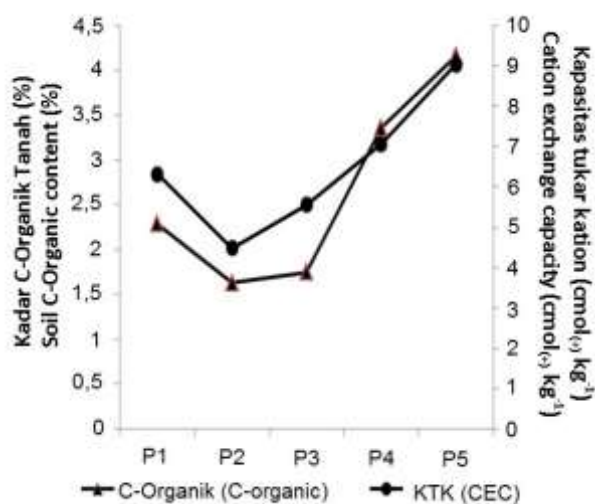
^{*)} Angka dalam kolom yang sama yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak ganda Duncan ($P < 0,05$).

Tabel 6. Kadar hara daun bibit kelapa sawit enam bulan setelah aplikasi biochar

Table 6. Leaf nutrient content of oil palm seedlings at six months after biochar application.

Perlakuan	Kadar Hara		
	N	P	K
	%		
100% dosis NPK-Mg	3,7 b ^{*)}	0,14 a	2,5 a
75% dosis NPK-Mg	3,7 b	0,11 b	2,4 a
75%NPK-Mg+ 50g biochar/bibit	3,9 a	0,12 b	2,2 ab
75%NPK-Mg+ 100g biochar/bibit	3,8 a	0,12 b	1,9 b
75%NPK-Mg+ 150g biochar/bibit	3,9 a	0,14 a	2,5 a
Koefisien keragaman (%)	2,0	4,2	5,6

^{*)} Angka dalam kolom yang sama yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak ganda Duncan ($P < 0,05$).



Gambar 1. Grafik hubungan antara perlakuan dosis pupuk dan biochar terhadap kandungan C-organik dan kapasitas tukar kation di dalam tanah Lithic Hapludults

Picture 1. The relationship between fertilizer dose & biochar treatment and the C-organic & CEC on Lithic Hapludults

Kesimpulan

Aplikasi biochar dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit pada media tanam Lithic Hapludults. Dosis optimum biochar pada penelitian ini belum diperoleh. Aplikasi dosis tertinggi 150 gram biochar per bibit, peningkatan pertumbuhan bibit kelapa sawit masih bersifat linier. Biochar dapat meretensi hara, karbon organik, serta meningkatkan nilai KTK. Kombinasi pemberian biochar sebanyak 150 gram per bibit dengan 75% dosis pupuk NPK-Mg menghasilkan bobot kering bibit dan kadar hara N paling tinggi. Perlakuan ini juga mampu mempertahankan kadar C-organik dan KTK dalam tanah Lithic Hapludults lebih baik daripada perlakuan pupuk NPK-Mg saja (kontrol). Disarankan untuk penetapan dosis aplikasi biochar dapat disesuaikan dengan tingkat efisiensi biaya pupuk di pembibitan kelapa sawit atas hasil yang diperoleh dari penelitian ini.

Ucapan Terima kasih

Terima kasih disampaikan kepada manajemen dan staf riset PT Astra Agro Lestari, Tbk yang telah memberikan dukungan dan bantuan yang diperlukan dalam kegiatan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Blackwell, P., G. Riethmuller, dan M. Collins. 2010. Biochar Application to Soil. In J. Lehmann and S. Joseph (Eds.) Biochar for Environmental Management: Science and Technology. Earthscan Publishing, UK and Washington DC. 416p.
- Brennan, A., E.M. Jiménez, M. Puschenreiter, J.A. Albuquerque, dan C. Switzer. 2014. Effects of biochar amendment on root traits and contaminant availability of maize plants in a copper and arsenic impacted soil. Plant Soil. DOI 10.1007/s11104-014-2074-0. Springer International Publishing Switzerland. p. 351-360.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. ISBN 978-602-8039-21-5. Bogor, Balai Penelitian Tanah. 234p.
- Carvalho M T., A.H.N Maia, B.E. Madari, L. Bastiaans, P.A. van Oort, A. B. Heinemann, M.A. Soler da Silva, F.A. Petter, B.H. Marimon Jr, dan H.Meinke. 2014. Biochar increases plant-available water in a sandy loam soil under an aerobic rice crop system. Solid Earth 5: 939–952.
- Eneje, R.C., P.C Oguike dan Osuaku. 2007. Temporal variations in organic carbon, soil reactivity and aggregate stability in soils of contrasting cropping history. African J Biotechnol 6(4): 369-374.
- Fairhurst, T. dan R. Hardter. 2003. Management for Large and Sustainable Yields. Potash and Phosphate Institute of Canada. 382p.
- Lehmann, J., M.C Rillig, J. Thies, C.A. Masiello, W.C. Hockaday, dan D. Crowley. 2011 Biochar effects on soil biota—a review. Soil Biol Biochem 43:1812–1836.
- Nurida, N.L., Ai Dariah, dan A. Rachman. 2013. Peningkatan kualitas tanah dengan pembenah tanah biochar limbah pertanian. Jurnal Tanah dan Iklim. 37 (2): 69-78.
- Prakongkep, N., R. J. Gilkes, W. Wiriakitnateekul, A. Duangchan, dan T. Darunsontaya. 2013. The effects of pyrolysis conditions on the chemical and physical properties of rice husk biochar. Int. J. Material Sci. 3(3): 97-103.
- Prendergast-Miller, M.T, M. Duvall, dan S.P. Sohi. 2011. Localisation of nitrate in the rhizosphere of biochar-amended soils. Soil Biol Biochem 43:2243–2246.
- Santi, L.P., dan D.H. Goenadi. 2012. The use of bio-char originated from palm kernel shell as a carrier of aggregate stabilizing microbes. Seminar Nasional Pengelolaan Biomassa sebagai Sumber Energi Terbarukan, Pertanian Berlanjut dan Mitigasi Pemanasan Global (Prospek Konversi Biomassa ke Biochar di Indonesia) di UNITRI Malang, tanggal 26-27 Juni 2012.
- Santi, L.P., dan D.H. Goenadi. 2010a. The potential use of pyrolysis charcoal (bio-char) for Ultisol soil bio-ameliorant. Proceeding: 3rd International Biochar Conference 2010, Rio de Janeiro, Brazil 12-15 Sept 2010.
- Santi, L.P., dan D.H. Goenadi. 2010b. Pemanfaatan *bio-char* sebagai pembawa mikroba untuk pemantap agregat tanah Ultisol dari Taman Bogo-Lampung. Menara Perkebunan 78(2): 11-22.
- Soil Survey Division Staff. 2010. *Keys to Soil Taxonomy*. 11th Edition. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service.
- Solichin, M. 2009. Teknologi asap cair "deorub" dalam industri karet alam. Technology Indonesia. <http://www.technologyindonesia.com>.
- Steel, R.G.D dan J.H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach*. 2nd ed. McGraw-Hill, New York.
- Steiner, C. 2007. Soil charcoal amendments maintain soil fertility and establish carbon sink-research and prospects. *Soil Ecology Res Dev*, 1-6.

Yamato, M., Y. Okimori, I.F. Wibowo, S. Anshori, dan M. Ogawa. 2006. Effects of the application of charred bark of *Acacia mangium* on the yield of maize, cowpea and peanut, and soil chemical properties in South Sumatra, Indonesia. J. Soil Sci. Plant Nutrition 52: 489–495.